



# Studies on Data Transfer with Concurrent and Integrated use of Multiple Networks

著者	永田 晃
巻	24
発行年	2014-03-25
その他のタイトル	複数ネットワークの同時統合利用によるデータ転送に関する研究
学位授与番号	17104甲情工第290号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10228/5222">http://hdl.handle.net/10228/5222</a>

氏 名	永田 晃
学 位 の 種 類	博 士(情報工学)
学 位 記 記 号	情工博甲第290号
学位授与の日付	平成26年3月25日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	Studies on Data Transfer with Concurrent and Integrated use of Multiple Networks (複数ネットワークの同時統合利用によるデータ転送に関する研究)
論文審査委員	主 査 教 授 鶴 正人 教 授 藤原 暁宏 教 授 宮野 英次 准教授 川原 憲治 准教授 松田 崇弘

## 学 位 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、多様な無線アクセスと高速で安定な有線バックボーンから構成される広域ネットワークを背景として、高速であるが断続的（不安定）な無線アクセスと低速であるが持続的（安定）な無線アクセスを利用できる場合に、それら複数のネットワークを効果的に統合利用する技術に関するものであり、高速な無線アクセスを効率的に利用することにより、無線移動端末等での大容量データ転送の高速・安定化に資することを目指している。スマートフォンの普及やクラウド技術の発達により、多様な通信アプリケーションが無線移動端末上で常時利用されているが、無線の性質上、任意の場所・状況で安定性と高速性の要求を満たす単一の無線アクセスを得ることは困難である。他方、多様な複数の無線アクセスを利用できる環境が増え、今後、アプリケーション要求を満足できるように複数ネットワークを併用するデータ転送の仕組みが重要となる。しかし、個々のネットワークでの転送データ（帯域）の足し算を目的とした併用や、状況に応じたネットワークの選択的利用は多く研究されているが、アプリケーションやネットワーク特性・状況の双方に応じた複数ネットワークの効率的活用は不十分と言える。特に高速であるが断続的な無線アクセスの利用の効率化に関する研究が必要である。

そこで、本研究では、(i) 特性の異なるネットワークの統合的利用によるデータ転送の高速・安定化のための基本方式を開発した。具体的には、無線移動端末とサーバとの間の無線アクセスと有線バックボーンを経由する1：1の大容量ファイル転送を想定し、ファイルの中身のデータ転送と、その効率化に必要な制御情報転送とを分離して扱い、各々の要求性能に合わせて特性の異なるネットワークを使い分けて効率化を図るデータ転送方式を設計・試作し（3章）、(ii) 試作システムを用いた様々な環境でのフィールド実験を通して、性能評価、課題抽出、方式改良を行った（4章）。(iii) さらに、断続的環境での利用ストレスの少ないWeb閲覧のために、アプリケーションレベルでの大容量ダウン

ロードと制御情報転送を分離可能な複数ネットワークの統合利用手法を設計・試作・検証した(5章)。  
(iv) 一方、断続的無線アクセスの効率化に必要なサーバから多地点(無線アクセスポイント)への高速な一斉データ配布のために、複数経路の同時利用手法を設計・試作・検証した(6章)。

論文の具体的構成は以下の通りである。第1章は、無線アクセス環境、特に従来技術では転送効率が悪い環境でのデータ転送の要件と課題を整理し、第2章は、関連技術を概観し、本研究の位置づけを論じた。第3章は、本研究の中心である複数ネットワーク統合型データ転送方式(IMPDT)を提案し、データ自体と転送制御情報の分離、誤り制御・転送レート制御・パス確立制御の設計を論じた。第4章は、試作したIMPDTシステムを用いて、実験衛星ETS-8や商用サービスによる低速安定な衛星通信、3G移動体通信、Wifi、高速通信衛星WINDSを含む様々な環境で実験を行ない、TCPの複数ネットワーク上の並行利用と比較したグッドプット性能の優位性を検証した。第5章は、アプリケーション連携の例としてWeb閲覧への拡張を行った。一方、第6章は、有線バックボーンでの複数経路活用による多地点へのファイル配布のためのマルチパス・マルチキャスト転送方式(MPMC)を提案し、経路・ファイル分割・スケジューリングの設計を論じ、集中型コントローラによる柔軟な経路制御が可能な仕組みであるOpenFlow Networkを用いた試作・実験により効果を検証した。最後の第7章は、全体を総括している。

## 学 位 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、高速であるが断続的な無線アクセスと低速であるが持続的な無線アクセスを利用できる状況を想定した、無線移動端末等での大容量データ転送の高速・安定化を目的とした複数ネットワークの同時統合利用に関するものである。まず、無線アクセスと有線バックボーンを経由した1:1の大容量ファイル転送において、ファイル転送とその効率化に必要な制御情報転送とを分離して扱い、特性の異なるネットワークを適切に使い分ける転送方式を設計・試作し、様々な環境での実験を通して、性能評価、課題抽出、方式改良を行い、単純な複数ネットワークの同時並行利用(転送性能の和)以上の性能を達成できることを示した。さらに、断続的環境での利用ストレスの少ないWeb閲覧のためのアプリケーション連携形の複数ネットワーク統合利用や、断続的無線アクセスの効率化に必要なサーバから多地点(無線アクセスポイント)への高速な一斉データ配布のための複数経路同時利用の手法を設計・試作・検証した。

これらの一連の研究を通じて、複数ネットワーク統合型データ転送が無線移動端末等での大容量データ転送の高速化に有効であることを実証的に示し、その実現に必要な技術の確立に一定の貢献を果たした。

本論文に関し、調査委員から、本質的な新規性の所在、課題1と課題2の統合に向けた問題、複数利用者競合時の公平性等の問題、TCPやUDPとのレート制御に関する優劣、誤り制御方式の優位点、などについて質問がなされ、いずれも著者から明確な回答が得られた。また、公聴会においても、多数の出席者から種々の質問がなされたが、いずれも著者の説明によって質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本

論文が、博士（情報工学）の学位に十分値するものであると判断した。